Schichtdickemessgerät
Benutzerhandbuch

Bitte lesen Sie dieses Handbuch, bevor Sie das Gerät einschalten.
Es enthält wichtige Sicherheitsinformationen.

Inhalt

1. Allgemeine Informationen 3
1-1. Anwendung 3
1-2. Beschreibung des Messgeräts 4
1-3. Lieferumfang 4
1-4. Sensor 4
1-5. Technische Daten 5
1-6. Vorderansicht 5
2. Vorbereitung 6
2-1. Stromversorgung 6
2-2. Batteriewechsel 6
2-3. Menü und Grundeinstellungen 7
2-3-1. Menü 7
2-3-2 Grundeinstellungen 8
3. Messung. Speicherung und Verarbeitung von Daten im Modus Direkt und Gruppe 10
4. Kalibrierung und Messung 11
4-1. Allgemeine Hinweise für die Kalibrierung 11
4-1-1. Kalibrierungsmethoden 11
4-1-2. Speicherung von Kalibrierungswerten 11
4-1-3. Kalibrierungsbeispiel 11
4-1-4. Hochgenaue Kalibrierung 12
4-1-5. Reinigung des Messpunkts 12
4-2. Spezielle Hinweise für die Kalibrierung 12
4-2-1. Nullpunktkalibrierung (Kalibrierung muss nicht aktiviert werden) 13
4-2-2. Einpunktkalibrierung 13
4-2-3. Zweipunktkalibrierung 14
4-2-4. Sandgestrahlte Oberflächen 15
4-3. Allgemeine Hinweise zu Messungen 16
5. Grenzwertfunktion 17
6. Messung mit Statistik 17
6-1. Statistikbegriffe 17
6.2. Speicherkapazitätsüberlauf 18
7. Löschfunktionen 18
8. Steuerung des Geräts über den PC 18
9. Fehlerbehebung 19

1. Allgemeine Informationen

Das Schichtdickemessgerät arbeitet entweder mit der Magnetinduktions- oder der Wirbelstrommesstechnik, abhängig von der verwendeten Sensorsorte. Sie können die Sensorsorte über das Menü auswählen. Das Gerät entspricht den folgenden Industriestandards:
GB/T 4956-1985
GB/T 49571985
GB/T 83931996
JIG 889·95
JIG 818·-93

Eigenschaften
- Zur Messung geeignete Beschichtungen: Nicht magnetische Beschichtungen (z. B. Lack und Zink) auf Stahl;
Isolierende Beschichtungen (z. B. Lack und Eloxalbeschichtungen) auf Nichteisenmetallen
- Einfache Bedienung über das Menü
- Zwei Messmethoden: Modi FORTGESETZT und EINZEL
Zwei Betriebsmodi: Modi DIREKT und GRUPPE (4 Gruppen)
Statistikanzeige: AVG. (Mittel) MAX. MIN. NO., S.DEV (Nr., Standardabweichung)
- Einpunktkalibrierung und Zweipunktkalibrierung, unabhängig für jeden Betriebsmodus
- Einfache Nullkalibrierung
• Speicher für 320 Messwerte (80 für jede Gruppe)
- Einfache Löschung von Einzelmesswerten oder aller Gruppenmesswerte
- Alarme für Ober- und Untergrenzen für alle Betriebsmodi
- Anzeige für niedrigen Batteriestand und Fehleranzeige
- USB-Schnittstelle für PC-Analysesoftware
- Deaktivierung der Automatikabschaltfunktion über das Menü

1-1. Anwendung
- Dieses kompakte, handliche Gerät dient zur zerstörungsfreien, schnellen und präzisen Schichtdickemessung. Das Hauptanwendungsgebiet ist der Korrosionsschutz. Das Gerät eignet sich besonders für Hersteller und deren Kunden, für Büros, Fachberater, Lackierereien, Galvaniseure, die Chemie-, Automobil-, Werft- und Luftfahrtindustrie sowie für Leicht- und Schwermaschinenbau.
• Dieses Messgerät eignet sich für Labore, Werkstätten und den Einsatz im Freien.

- Der Sensor arbeitet entweder mit der Magnetinduktions- oder der Wirbelstromtechnik. Für die Schichtdickemessung an eisenhaltigen und eisenfreien Metallen wird nur ein Sensor benötigt.
Er lässt sich an spezielle Aufgaben anpassen, d. h. er kann an Sondergeometrien und Materialien mit besonderen Eigenschaften eingesetzt werden.

1-2. Beschreibung des Messgeräts

- Zur Messungen auf Stahl arbeitet das Gerät mit der Magnetinduktionstechnik, zur Messung auf Nichteisenmetallen arbeitet es mit der Wirbelstromtechnik.
- Die Messwerte und Benutzerinformationen werden auf dem LCD-Display angezeigt. Die Hintergrundbeleuchtung des Displays gewährleistet eine einfache Ablesung des Bildschirmdaten an dunklen Orten.
- Es sind zwei verschiedene Betriebsmodi verfügbar: Der Modus DIREKT und der Modus GRUPPE.
- Der Modus DIREKT empfiehlt sich für einfache, schnelle, gelegentliche Messungen. Er bietet statistische Analysen. Die Einzelwerte werden nicht gespeichert. Das Programm für die statistische Analyse kann 80 Messwerte auswerten.
- Der Modus GRUPPE erlaubt die Messung und Speicherung von Messwerten in einem frei programmierbaren Speicher. Maximal 400 Messwerte und 4 Messreihen können nach verschiedenen statistischen Kriterien analysiert werden.

1-3. Lieferumfang

- Messgerät mit zwei 1,5-V-Batterien, Kunststofftransportbox, Betriebsanleitung (Deutsch), Stahl- und Aluminiumträgermaterial.
- USB-Anschlusskabel
- Programm-CD für 98/2000/XP/Vista/7

1-4. Sensor

Die Sensorsysteme sind in der Sensorhülse federgelagert. Das gewährleistet eine sichere und stabile Positionierung des Sensors und konstanten Kontaktdruck.
Eine V-Nut in der Hülse der Sensoren erleichtert zuverlässige Messwerte bei kleinen zylindrischen Teilen. Die halbkugelförmige Spitze des Sensors besteht aus hartem, strapazierfähigem Material. Halten Sie den Sensor an der federgelagerten Hülse und drücken Sie ihn an den zu messenden Gegenstand.

1-5. Technische Daten

Sensor	Eisenhaltig	Eisenfrei
Funktionsprinzip	Magnetinduktionsprinzip	Wirbelstromprinzip
Messbereich	0-1.250 µm 0-49,21 Mils	0-1.250 µm 0-49,21 Mils
Garantierte Toleranz (der Messwerte)	0-850 µm (+/- 3 % + 1 µm) 850 µm-1.250 µm (+/- 5 %)	0-850 µm (+/- 3 % + 1,5 µm) 850 µm-1.250 µm (+/- 5 %)
	0-33,46 Mils (+/- 3 % + 0,039 Mils) 33,46 Mils-49,21 Mils (+/- 5 %)	0-33,46 Mils (+/- 3 % + 0,059 Mils) 33,46 Mils-49,21 Mils (+/- 5 %)
Präzision	0-50 µm (0,1 µm) 50 µm-850 µm (1 µm) 850 µm-1.250 µm (0,01 mm)	0-50 µm (0,1 µm) 50 µm-850 µm (1 µm) 850 µm-1.250 µm (0,01 mm)
	0-1,968 Mils (0,001 Mils) 1,968 Mils-33,46 Mils (0,01 Mils) 33,46 Mils-49,21 Mils (0,1 Mils)	0-1,968 Mils (0,001 Mils) 1,968 Mils-33,46 Mils (0,01 Mils) 33,46 Mils-49,21 Mils (0,1 Mils)
Mindestkrümmungsradius	1,5 mm	3 mm
Durchmesser des Mindestfläche	7 mm	5 mm
Kritische Basisdicke	0,5 mm	0,3 mm
Betriebstemperatur	0 °C-40 °C	
Relative Betriebsfeuchtigkeit	20 %-90 %	

Größe (H x T x B): 110 x 50 x 23 mm / Gewicht: 100 g

1-6. Vorderansicht

1. Sensor
2. Ein-/Aus-Schalter

3. Nullkalibrierungstaste
4. Taste Ab/Rechts
5. Blaue Taste für die Funktionen ESC/NEIN/ZURÜCK im Menümodus, oder Hintergrundbeleuchtung EIN/AUS im Betriebsmodus
6. Hauptanzeige für die Schichtdicke
7. Maßeinheit
8. NFe (Eisenfrei): Zeigt Messwerte bei eisenfreien Metallen;
   Fe (Eisenhaltig): Zeigt Messwerte bei eisenhaltigen Metallen
9. Zeigt das vom Sensor verwendete Funktionsprinzip an: AUTO, Magnetinduktion oder Wirbelstrom
10. O-Zeigt an, dass das Messgerät gerade über den PC gesteuert wird.
11. USB-Anschluss
12. Niedriger Batteriestand
13. Anzeige des Betriebsmodus: DIREKT oder GRUPPE
14. Statistikanzeige: AVG, MAX. MIN, SDEV
15. Die statistische Nummer der Messwerte
16. Rote Taste für OK/JA/MENÜ/ AUSWAHL im Menümodus 9
17. Taste Auf/Links

2. Vorbereitung

2-1. Stromversorgung

Drücken Sie zur Prüfung des Batterieladestatus bitte die Taste ⏻ :
Kein LCD-Display: Keine Batterien eingelegt oder Batterieladung für die Beleuchtung
des Displays zu niedrig.

- + Anzeige: Das Messgerät schaltet sich nach etwa einer Sekunde ab: Batterien
sofort ersetzen.
Hinweis: Das Messgerät zeigt fehlerhafte Messwerte an, wenn die Spannung
sehr gering ist.

2-2. Batteriewechsel

Legen Sie das Messgerät umgekehrt auf eine geeignete Oberfläche.
- Lösen Sie die Schrauben vom Batteriefach mit einem Kreuzschlitzschraubendreher.
- Nehmen Sie die Abdeckung vom Batteriefach ab.
• Entnehmen Sie die Batterien.
- Legen Sie neue Batterien ein.
• Schließen Sie die Abdeckung und befestigen Sie sie mit den Schrauben.

Achtung: Achten Sie darauf, dass die Batterien richtig herum eingelegt sind.

2-3. Menü und Grundeinstellungen

2-3-1. Menü

Drücken Sie zum Einschalten ⏻ ; das Messgerät ist im Messmodus. Drücken Sie
die rote Taste, um in den Menümodus zu gelangen. Sie sehen den folgenden Menüaufbau:
HINWEIS: Für Ihre Arbeit sollten Sie gut mit dem Aufbau des Menüs vertraut sein.

Hauptmenü
>Statistic view (Statistikansicht)
> >Average view (Ansicht Mittelwert)
> >Minimum view (Ansicht Minimum)
> >Maximum view (Ansicht Maximum)
> >Numberview (Ansicht Nummern)
> >Sdev. view (Ansicht Standardabweichung)
>Options (Optionen)
> >Measure mode (Messmodus)
> > >Single mode (Modus Einzel)
> > >Continuous mode (Modus Fortgesetzt)
> >Working mode (Betriebsmodus)
> > >Direct (Direkt)
> > >Group 1 (Gruppe 1)
> > >Group 2 (Gruppe 2)
> > >Group 3 (Gruppe 3)
> > >Group 4 (Gruppe 4)
> >Used probe (Verwendeter Sensor)
> > >AUTO
> > >Fe (Eisenhaltig)
> > >No Fe (Eisenfrei)
> >Unit settings (Einheiteneinstellungen)
> > >µm
> > >Mils
> > >mm
> >Backlight (Hintergrundbeleuchtung)
> > >ON (EIN)
> > >OFF (AUS)
> >LCD Statistic (LCD-Statistik)
> > >Average (Mittelwert)
> > >Maximum

> > >Minimum
> > >Sdev. (Standardabweichung)
> >Auto power off (Abschaltautomatik)
> > >Enable (Aktivieren)
> > >Disable (Deaktivieren)
>Limit (Grenzwert)
> >Limit settings (Grenzwerteinstellungen)
> > >High limit (Obergrenze)
> > >Low limit (Untergrenze)
> >Delete limit (Grenzwert löschen)
>Delete (Löschen)
> >Current data (Aktuelle Daten)
> >All data (AIle Daten)
> >Group data (Gruppendaten)
>Measurement view (Messwertansicht)
>Calibration (Kalibrierung)
> >Enable (Aktivieren)
> >Disable (Deaktivieren)
> >Delete Zero N (Null eisenfrei löschen)
> >Delete Zero F (Null eisenhaltig löschen)

2-3-2 Grundeinstellungen

Siehe den Menüaufbau. Drücken Sie gemäß der LCD-Anzeige:
die rote Taste für die Betriebsfunktionen OK/JA/MENÜ/AUSWAHL,
die blaue Taste für die Betriebsfunktionen ESC/NEIN/ZURÜCK, und die Taste AUF/AB, um zum gewählten Element zu gelangen.

2-3-2-1 Messmodus

- Messmodus Fortgesetzt: Manchmal ist es vorteilhaft, wenn der Sensor zwischen den Messungen nicht angehoben werden muss, so dass die Messwerte fortlaufend angezeigt werden. Im Modus Fortgesetzt werden die Messwerte nicht von einem Piepton begleitet. Alle in diesem Modus erfassten Messwerte werden automatisch in das Statistikprogramm eingegeben, sofern ausreichend Speicherkapazität vorhanden ist.
- Modus Einzel: Im Modus Einzel werden die Messwerte von einem Piepton begleitet.
Der Rest ist wie im Modus Fortgesetzt.

2-3-2-2 Verwendeter Sensor

Der Sensor kann in drei Modi arbeiten.
AUTO: Der Sensor kann den Betriebsmodus automatisch auswählen. Wenn er

auf Stahl (magnetisches Trägermaterial) platziert wird, arbeite er nach dem Magnetinduktionsprinzip. Wenn er auf eisenfreie Metalle platziert wird, arbeitet er nach dem Wirbelstromprinzip.
Fe (Eisenhaltig): Der Sensor arbeitet nach dem Magnetinduktionsprinzip.
No-Fe (Eisenfrei): Der Sensor arbeitet nach dem Wirbelstromprinzip.

2-3-2-3 Einheiteneinstellungen

Sie können von metrischen Einheiten *(µm,* mm) zu imperialen/angelsächsischen Einheiten (Mils) wechseln.
Im Modus „µm“ wechselt die Einheit automatisch zu „mm“, wenn der Wert des Messwerts 850 µm überschreitet. Siehe den Abschnitt Technische Daten für weitere Informationen.

2-3-2-4 Total-Reset

Ein komplettes Reset löscht die Daten aus allen Speichern. Das umfasst alle Messwertsätze aus allen Betriebsmodi plus deren zugehörige Statistiken, Kalibrierungswerte und Toleranzgrenzwerte.
- Schalten Sie das Gerät aus.

- Drücken Sie gleichzeitig die Taste ZERO (NULL) und ⏻ .
- Wenn auf dem LCD-Display gefragt wird, ob Sie den Reset durchführen möchten, drücken Sie die rote Taste für Ja oder die blaue Taste für Nein.
- Das Gerät startet automatisch neu.

2-3-2-5 Hintergrundbeleuchtung

Sie können im Menü EIN/AUS wählen. Außerdem können Sie im Messmodus
einmal die blaue Taste drücken, um die Hintergrundbeleuchtung ein- oder auszuschalten.

2-3-2-6 LCD-Statistik

Im Menümodus kann die Statistikanzeige zwischen Mittelwert, Maximum, Minimum und Standardabweichung umgeschaltet werden. Bei der Rückkehr in den Messmodus wird die Statistikeinstellung in der rechten unteren Ecke des LCD-Displays angezeigt. Gleichzeitig wird die Statistiknummer der Messwerte in der linken unteren Ecke des LCD-Displays angezeigt. Über „Statistikansicht“ im Menü können Sie alle Statistikwerte für die aktuelle Gruppe anzeigen.

2-3-2-7 Messwertansicht

Über „Messwertansicht“ im Menü können Sie alle Messwerte für die aktuelle Gruppe anzeigen.

2-3-2-8 Abschaltautomatik

Sie können die Abschaltautomatik über das Menü deaktivieren. Andernfalls schaltet sich das Gerät automatisch nach etwa 3 Minuten aus.

3. Messung. Speicherung und Verarbeitung von Daten im Modus Direkt und Gruppe

Dieses Gerät bietet zwei Betriebsmodi: den Modus DIREKT und den Modus GRUPPE.
Der Modus GRUPPE umfasst die Gruppen 1 bis 4.

- Der Modus DIREKT empfiehlt sich für schnelle, gelegentliche Messungen. In diesem Modus werden die einzelnen Messwerte vorläufig im Speicher gespeichert. Wird das Gerät abgeschaltet oder in den Modus GRUPPE gewechselt, werden alle Messwerte gelöscht. Die Statistikwerte werden jedoch nicht verändert, bis neue Messwerte gespeichert werden. Die Mess- und Statistikwerte können auf dem LCD-Display angezeigt werden. Das Programm für die statistische Analyse kann 80 Messwerte auswerten.
Wenn der Speicher voll ist, überschreiben neue Messwerte die alten Messwerte.
Dieser Modus bietet individuelle Kalibrierungs- und Grenzwerte.

- Im Modus GRUPPE kann jeder Gruppenspeicher maximal 80 Einzelmesswerte und 5 Statistikwerte speichern. Kalibrierungs- und Grenzwerte können für jede Gruppe individuell eingestellt und gespeichert werden. Wenn der Speicher voll ist, werden Messungen nacheinander vorgenommen, aber nicht gespeichert und die Statistikwerte bleiben unverändert. Bei Bedarf können Sie Gruppendaten und Statistikwerte löschen und die Kalibrierungs- und Grenzwerte zurücksetzen.

- Sie können im Menü die Modi DIREKT und GRUPPE auswählen.
HINWEIS: Um im Modus GRUPPE zu arbeiten, z. B. um zu kalibrieren, Messungen vorzunehmen oder Grenzwerte einzustellen, muss das Wort "GROX" auf dem LCD-Display angezeigt werden. Andernfalls können Sie den Messmodus im Menü einstellen.

- Drücken Sie ⏻ während Sie den Sensor in die Luft halten. Das Gerät arbeitet im Modus
DIREKT. Zudem wird ggf. der letzte Messwert angezeigt.

4. Kalibrierung und Messung

4-1. Allgemeine Hinweise für die Kalibrierung

4-1-1. Kalibrierungsmethoden

Vier verschiedene Kalibrierungsmethoden stehen zur Verfügung:

- Basiskalibrierung: Diese Kalibrierungsmethode empfiehlt sich für Messungen auf ebenen Oberflächen und wenn der zu messende Gegenstand aus dem gleichen Material besteht, die gleiche Größe und Krümmung aufweist wie die an der Transportbox befestigte Nullreferenzplatte.

- Nullpunktkalibrierung: Diese Kalibrierungsmethode empfiehlt sich, wenn Messfehler von bis zu ± 3 % (des Messwerts plus konstanter Fehler des Sensors) zulässig sind.
(Beispiel für konstanten Fehler des Sensors: Eisenhaltig 1 µm; Eisenfrei 1,5 µm)

- Einpunktkalibrierung (Kalibrierung mit einer Kalibrierungsfolie): Diese Kalibrierungsmethode empfiehlt sich, wenn die erwarteten Messwerte nah am Kalibrierungswert liegen und ein Messfehler von max. ± 1 %- 3 % (des Messwerts plus konstanter Fehler des Sensors) zulässig ist.

- Zweipunktkalibrierung (Kalibrierung mit zwei Kalibrierungsfolien):
A) Empfiehlt sich für Messungen auf rauen Oberflächen.
B) Empfiehlt sich für präzise Messungen auf glatten Oberflächen, wenn die erwartete Dicke zwischen den beiden Kalibrierungsfolien liegt.

4-1-2. Speicherung von Kalibrierungswerten

Wenn das Messgerät für einen bestimmten Zweck kalibriert wird, werden die Kalibrierungswerte im Speicher gespeichert, bis sie geändert werden.
HINWEIS: Der Kalibrierungsvorgang sollte vollständig neu gestartet werden, wenn:
- ein fehlerhafter Messwert erfasst wurde,
- ein fehlerhafter Befehl eingegeben wurde.
- das Messgerät abgeschaltet wurde.

4-1-3. Kalibrierungsbeispiel

Kalibrierung ist die wichtigste Voraussetzung für präzise Messungen.

Je genauer die Kalibrierprobe der Produktprobe entspricht, desto präziser ist die Kalibrierung und dadurch der Messwert.
Wenn zum Beispiel ein Produkt auf einem Stahlzylinder gemessen werden soll (Qualität St 37 [Weichstahl], Durchmesser 6 mm), muss die Kalibrierung der unbeschichteten Probe an einem Stahlzylinder ähnlicher Qualität mit dem gleichen Durchmesser durchgeführt werden.
Die Kalibrierprobe muss der Produktprobe in Bezug auf Folgendes entsprechen:
- Krümmungsradius
- Eigenschaften des Trägermaterials
- Dicke des Trägermaterials
- Größe der Messfläche
- Der Punkt, an dem die Kalibrierung an der Kalibrierprobe durchgeführt wird, muss immer identisch mit dem Messpunkt am Produkt selbst sein, insbesondere bei Ecken oder Kanten kleiner Produkte.

4-1-4. Hochgenaue Kalibrierung

Um hochpräzise Messwerte zu erhalten, ist es ratsam, Kalibrierungswerte mehrfach nacheinander zu erfassen (Nullwerte und Kalibrierungsfolienwerte). So erstellt das Gerät automatisch einen Kalibrierungsmittelwert. Weitere Informationen hierzu finden Sie in den speziellen Hinweisen zur Kalibrierung in Abschnitt 4-2.
Die hochpräzise Kalibrierung ist ein offensichtlicher Vorteil bei Kalibrierung auf unebenen Oberflächen, z. B. sandgestrahlten Oberflächen.

4-1-5. Reinigung des Messpunkts

Vor der Kalibrierung des Messpunkts muss die Sensorspitze frei von Fett, Öl, Metallspänen usw. sein. Die kleinste Verunreinigung beeinträchtigt die Messung und verfälscht die Messwerte.

4-2. Spezielle Hinweise für die Kalibrierung

Die im Gerät gespeicherte Basiskalibrierung sollte nur für Messungen auf ebenen Oberflächen verwendet werden, d. h. auf Stahlbauteilen aus herkömmlichem Stahl (Weichstahl) oder auf Aluminiumbauteilen.
Aktivieren Sie zuerst über das Menü (Menü-> Kalibrierung->Aktivieren) den Kalibrierungsmodus. Auf dem LCD-Display wird dann Folgendes angezeigt: „Cal n (oder 1-2)
Zero n (oder y)“ (Kal n(oder 1-2) Null n (oder y). Das „n“ bedeutet keine Punktkalibrierung und Nullkalibrierung, „y“ bedeutet „Nullkalibrierung vorhanden“ und „Cal 1-2“ bedeutet

„Ein- oder Zweipunktkalibrierung vorhanden“. Nach Abschluss aller Kalibrierungsaufgaben empfiehlt es sich, die Kalibrierung über das Menü zu deaktivieren.
Vorbereitung für die Kalibrierung:
- Schalten Sie das Gerät an (weit von Metall entfernt, mindestens 1 m).
- Halten Sie die Trägermaterialprobe und die benötigten Folien (Kalibrierungsreferenz) bereit.
- Stellen Sie den Betriebsmodus über das Menü ein: Fortgesetzt oder Einzel.

4-2-1. Nullpunktkalibrierung (Kalibrierung muss nicht aktiviert werden)

- Halten Sie den Sensor schnell senkrecht an die unbeschichtete Probe (Schichtdicke Null).

- Das LCD-Display zeigt Folgendes an: <x.x *µm* >. Die Bedienung unterscheidet sich in den Modi Fortgesetzt und Einzel. Weitere Informationen hierzu finden Sie im Abschnitt Betriebsmodi. Entfernen Sie den Sensor dann schnell (weg vom Metall, mindestens 10 cm).

- Drücken Sie die Taste ZERO ca. 1,5 Sekunden, das LCD-Display zeigt 0,0 µm an. Die Kalibrierung ist abgeschlossen.

- Wiederholen Sie diesen Vorgang mehrmals. Das Kalibrierungssystem speichert immer den Mittelwert des vorherigen Kalibrierungspunkts.
HINWEIS: Sie können über das Menü eine vorhandene Nullpunktkalibrierung löschen, bevor Sie eine neue Nullpunktkalibrierung vornehmen. Das Messgerät errechnet immer den Mittelwert aus den 5 am weitesten auseinander liegenden Kalibrierungsmesswerten. Wenn es voll ist, ersetzt der neueste Kalibrierungswert den ältesten Kalibrierungswert. Wir raten, zu Beginn einer Messung eine Nullkalibrierung vorzunehmen.

4-2-2. Einpunktkalibrierung

Diese Methode empfiehlt sich für hochpräzise Messungen, Messungen an kleinen Bauteilen und an gehärtetem und niedrig legiertem Stahl.
- Nullpunktkalibrierung gemäß Abschnitt 4-2-1.

- Legen Sie die Kalibrierungsfolie auf eine unbeschichtete Probe, setzen Sie den Sensor an und heben Sie ihn bei Daueranzeige an. Drücken Sie die Taste AUF oder AB, um die erforderliche Foliendicke einzustellen. Die Foliendicke sollte in etwa dem 10-fachen der geschätzten Beschichtungsdicke entsprechen.

- Wiederholen Sie Schritt 2 mehrmals. So erhalten Sie den Mittelwert der vorherigen Kalibrierungsmesswerte.

- Nehmen Sie jetzt Messungen vor, indem Sie den Sensor auf die Beschichtung setzen und ihn bei Daueranzeige anheben.

- Möglicherweise muss die Kalibrierung gelöscht werden, z. B. nach der Eingabe eines fehlerhaften Kalibrierungswerts: Menü->Löschen->Gruppendaten löschen (HINWEIS: Alle Daten werden gelöscht, Grenzwertdaten sowie Einpunkt- und Zweipunktkalibrierungen, ausgenommen die Nullpunktkalibrierung.)

- Das reaktiviert die Vorgabe-Basiskalibrierung für die Verwendung auf ebenen Oberflächen.
HINWEIS: Das Messgerät errechnet immer den Mittelwert aus den 5 am weitesten auseinander liegenden Kalibrierungsmesswerten.
Wenn es voll ist, ersetzt der neueste Kalibrierungswert den ältesten Kalibrierungswert.

- Drücken Sie die blaue Taste, um die aktuelle Kalibrierung zu löschen. Andernfalls wird die Kalibrierung
nach ca. 30 Sekunden automatisch wirksam.

- Drücken Sie die Taste ZERO (Null), um die aktuelle Kalibrierung manuell zu übernehmen.
Selbst wenn eine Reihe von Messungen vorgenommen werden, kann die Folienkalibrierung so oft wie nötig durchgeführt werden. Die alte Kalibrierung wird überschrieben, die Nullkalibrierung bleibt im Speicher gespeichert.

4-2-3. Zweipunktkalibrierung

- Das Gerät sollte sich im Betriebsmodus EINZEL befinden. Schalten Sie ggf. über das Menü in diesen Modus. Diese Methode erfordert die Verwendung zwei verschiedener Folien. Die dickere Folie sollte, wenn möglich, 1,5 Mal dicker als die dünne Folie sein.

- Für beste Ergebnisse sollte die erwartete Dicke irgendwo zwischen den beiden Kalibrierungswerten liegen.

- Diese Methode eignet sich besonders für Messungen auf rauen, sandgestrahlten Oberflächen oder für hochpräzise Messungen. Es ist ratsam, den Mittelwert mehrerer Messungen zu verwenden. Das

reduziert die Auswirkungen von Streuungen, die während der Kalibrierung von hohen und niedrigen Werten auftreten.

Die Kalibrierungsfolien können in beliebiger Reihenfolge verwendet werden.

- Nullpunktkalibrierung gemäß Abschnitt 4-2-1.
- Einpunktkalibrierung gemäß Abschnitt 4-2-2.
- Wiederholen Sie Schritt 2.
- Nehmen Sie Messungen vor, indem Sie den Sensor auf die Beschichtung setzen und ihn nach dem Piepton anheben. Der Messwert wird auf dem Display angezeigt.

HINWEIS:
- Setzen Sie den Sensor mehrfach auf die Probe.
- Die Foliendicke sollte in etwa der geschätzten Beschichtungsdicke entsprechen.
- Selbst wenn eine Reihe von Messungen vorgenommen werden, kann die Folienkalibrierung so oft wie nötig durchgeführt werden. Die alte Kalibrierung wird überschrieben, die Nullkalibrierung bleibt im Speicher gespeichert, bis eine Nullpunktkalibrierung durchgeführt wird.
- Siehe den Abschnitt Nullpunktkalibrierung für weitere Informationen.

4-2-4. Sandgestrahlte Oberflächen

Die physikalische Eigenheiten von sandgestrahlten Oberflächen führen zu überhöhten Schichtdickemesswerten. Die mittlere Dicke kann folgendermaßen aus den Spitzenwerten ermittelt werden (das Statistikprogramm ist hierfür sehr nützlich):

Methode A:

- Das Gerät sollte gemäß Abschnitt 4-2-2 oder 4-2-3 kalibriert werden. Verwenden Sie eine glatte Kalibrierprobe mit dem gleichen Krümmungsradius und dem gleichen Trägermaterial wie die geplante Messprobe.
- Nehmen Sie ca. 10 Messungen an der unbeschichteten, sandgestrahlten Probe vor, um den Mittelwert Xo zu erhalten.
- Nehmen Sie anschließend ca. 10 weitere Messungen an einer beschichteten, sandgestrahlten Probe vor, um den Mittelwert Xm zu erhalten
- Der Unterschied zwischen den beiden Mittelwerten ist die mittlere Schichtdicke Xeff der Spitzenwerte. Die größere Standardabweichung s der beiden Werte Xm und XO sollte ebenfalls berücksichtigt werden: Xeff=(Xm-Xo)±S

Methode B:

- Führen Sie eine Nullkalibrierung mit 10 Messwerten an einer sandgestrahlten, unbeschichteten Probe durch. Führen Sie dann eine Folienkalibrierung an dem unbeschichteten Trägermaterial durch.
Das Folienset umfasst eine Reihe einzelner Folien mit max.
50 Mikrometer Dicke und sollte in etwa der geschätzten Foliendicke entsprechen.
- Die Schichtdicke kann direkt vom Display abgelesen werden und sollte der Mittelwert aus 5 bis 10 Einzelmessungen sein. Die Statistikfunktion ist hier nützlich.

Methode C:

Diese Methode liefert zuverlässige Ergebnisse. Führen Sie einfach die in Abschnitt 4-2-3 beschriebene Zweipunktkalibrierung durch. Für die maximale Annäherung an die jeweiligen Eigenheiten der Oberfläche kann der Folienwert durch die Verwendung mehrerer Folien - je 50 µm - erzielt werden. Die mittlere Schichtdicke sollte aus 5 bis 10 Messwerten errechnet werden. Die Statistikfunktion ist hier sehr nützlich.
HINWEIS: Für Schichten, die dicker als 300 µm sind, ist der Einfluss der Rauheit im Allgemeinen ohne Bedeutung und die obigen Kalibrierungsmethoden müssen nicht angewendet werden.

4-3. Allgemeine Hinweise zu Messungen

- Nach sorgfältiger Kalibrierung liegen alle nachfolgenden Messungen innerhalb der garantierten Messtoleranz.
- Starke Magnetfelder in der Nähe von Generatoren oder Stromschienen mit hohen Stromstärken können die Messwerte beeinflussen.
- Bei der Verwendung des Statistikprogramms zur Erzielung des Mittelwerts ist es ratsam, den Sensor mehrmals an einer typischen Messstelle anzusetzen. Fehlerhafte Messwerte oder Ausreißer können über das Menü sofort gelöscht werden.
- Der abschließende Messwert wird aus der statistischen Berechnung und aus den garantierten Toleranzen des Messgeräts abgeleitet.
- Schichtdicke D =X±s± µ.

Beispiel:
Messwerte: 150 µm, 156 µm, 153 µm
Mittelwert: X=153 µm
Standardabweichung: s=±3 µm
Messungenauigkeit: µ=±(1 % des Messwerts + 1 µm)
D =153±3±(1,53 µm +1 µm)
=153±5,5 µm

5. Grenzwertfunktion

- Grenzwerte können jederzeit in den DIREKT- oder einen gewählten GRUPPE-Speicher eingegeben werden, d. h. vor, während und nach einer Messreihe.
Grenzwerte sind praktisch.

- Alle Messwerte, die außerhalb der eingestellten Toleranzwerte liegen, werden mit einer Warnung erfasst:
H: Messwert über Obergrenze.
L: Messwert unter Untergrenze.
Bitte stellen Sie die Grenzwerte über das Menü ein.

6. Messung mit Statistik

Das Messgerät berechnet Statistikwerte aus maximal 80 Messwerten. (GR01-GR04: Insgesamt können maximal 400 Messwerte gespeichert werden.)
Die Messwerte können nicht im Modus EINZEL gespeichert werden, können jedoch als GR01-GR04 statistisch ausgewertet werden. Bei Abschaltung oder Wechsel des Betriebsmodus (siehe Menü für weitere Informationen), geht die EINZEL-Statistik verloren. Die folgenden Statistikwerte werden berechnet:
NO.: Anzahl der Messwerte im Betriebsmodus.
AVG: Mittelwert.
Sdev. : Standardabweichung.
MAX: Maximalmesswert.
MIN: Minimalmesswert.

6-1. Statistikbegriffe

Mittelwert ($\dot{X}$)
Die Summe der Messwerte geteilt durch die Anzahl der Messwerte.
$\dot{X} = \sum x/n$

Standardabweichung (Sdev.)
Die Probenstandardabweichung ist eine Statistik, die misst, wie „verstreut“ die Probe um das Probenmittel ist. Die Probenstandardabweichung erhöht sich mit zunehmender Streuung. Die Standardabweichung einer Reihe von Zahlen ist das quadratische Mittel der Varianz S2.

Die Varianz einer Liste ist das Quadrat der Standardabweichung der Liste, das heißt, das Mittel der Quadrate der Abweichungen der Zahlen in der Liste von deren Mittel geteilt durch (die Anzahl der Messwerte -1).

Varianz $S^2=\sum (x-\dot{x})^2/(n-1)$
Standardabweichung $S=\sqrt{S^2}$
HINWEIS:
Die Löschung muss sofort nach einem Ausreißer oder einem fehlerhaften Messwert erfolgen. Siehe die Löschfunktion im Menü.

6.2. Speicherkapazitätsüberlauf

- Wird im Modus GRUPPE die Speicherkapazität überschritten, wird die Statistik nicht aktualisiert, obwohl weitere Messungen vorgenommen werden können. Wenn der Speicher voll ist werden nachfolgende Messwerte nicht in der Statistik berücksichtigt. Sie werden (im Messmodus EINZEL) im LCD-Display mit „FULL“ (Voll) markiert.

- Wenn im Modus DIREKT der Speicher voll ist, ersetzt der neueste Messwert den ältesten Messwert und die Statistik wird aktualisiert.

7. Löschfunktionen

Im Menü finden Sie die folgenden Funktionen:
- Aktuelle Daten löschen: Wenn Sie feststellen, dass der letzte Messwert fehlerhaft ist, können Sie ihn mit dieser Funktion löschen. Gleichzeitig wird die Statistik aktualisiert.

- Alle Daten löschen: Sie können alle Daten und die Statistik des aktuellen
Betriebsmodus löschen.

- Gruppendaten löschen: Diese Funktion umfasst die Funktion „Alle Daten löschen“.
Außerdem löscht diese Funktion Alarme für Ober- und Untergrenzen und Ein- und Zweipunktkalibrierungen.

8. Steuerung des Geräts über den PC

Alle Messwerte aller Betriebsmodi können zur Datenanalyse über den USB-Anschluss auf den PC heruntergeladen werden. Siehe das Softwarehandbuch für weitere Informationen.

9. Fehlerbehebung

Die nachfolgende Liste der Fehlermeldungen erklärt, wie Fehler erkannt und behoben werden können.

Err1, Err2, Err3: Sensoranschlussfehler; Abweichungssignal
Err1: Wirbelstromsensor
Err2: Magnetinduktionssensor
Err3: Beide Sensoren
Err4, 5 und 6: reserviert
Err7: Dickefehler